Социально-экономические и гуманитарные науки

УДК 553.98

ДОБЫЧА И ПОТРЕБЛЕНИЕ ФТОРИСТОГО МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ В РОССИИ. Часть 1

Г.Ю. Боярко*, В.Ю. Хатьков**

* Томский политехнический университет. E-mail: bgj@mail.tomsknet.ru

** Аппарат Правительства Российской Федерации

Фтор добывается в виде природных минералов флюорита и криолита, а также извлекается при переработке. Основные отрасли потребления фтора – черная металлургия, производство алюминия и синтез фторопластов. Российские предприятия, отрабатывающие малорентабельные месторождения с низким качеством товарного концентрата, находятся в кризисном состоянии. Несмотря на значительные запасы и ресурсы флюорита, в резерве отсутствуют рентабельные месторождения высококачественного фтористого сырья.

Фтор – самый активный в природе окислитель (активнее кислорода), образующий плавиковую кислоту HF, растворяющую как металлы, так и стекло, силикаты и алюмосиликаты. Другими используемыми полезными свойствами фтора являются – снижение температуры плавления металлов и рудной шихты, а также спекания керамических смесей, при добавке в них фтористых продуктов.

Главный источник фтора – **плавиковый шпат**, представляет собой природный минерал флюорит состава CaF_2, добываемый для нужд промышленности (химической, черной металлургии, алюминиевой, атомной энергетики) и применяемый в производстве керамики, стекла, сварочных электродов, цемента и др. Подавляющий объем промышленных фтористых продуктов производится из плавикового шпата [1, 2]. Второй источник – попутное извлечение фтора при переработке **фторсодержащего фосфатного сырья** (апатитов, фосфоритов) на фосфорную кислоту при производстве сложных минеральных удобрений [3]. Единственный натуральный алюмо-фтористый минеральный продукт – **криолит** (Na_3AlF_6), добывался ранее на месторождении Ивигтут (Гренландия), но в настоящее время алюминиевой промышленностью используется только его синтетический аналог [4].

Основное потребление добываемого флюорита приходится на использование собственно плавиково-шпатового продукта в качестве флюса в черной металлургии (рис. 1). Металлургические сорта флюоритового продукта должны содержать свыше 65 % CaF_2, но их технические условия применения

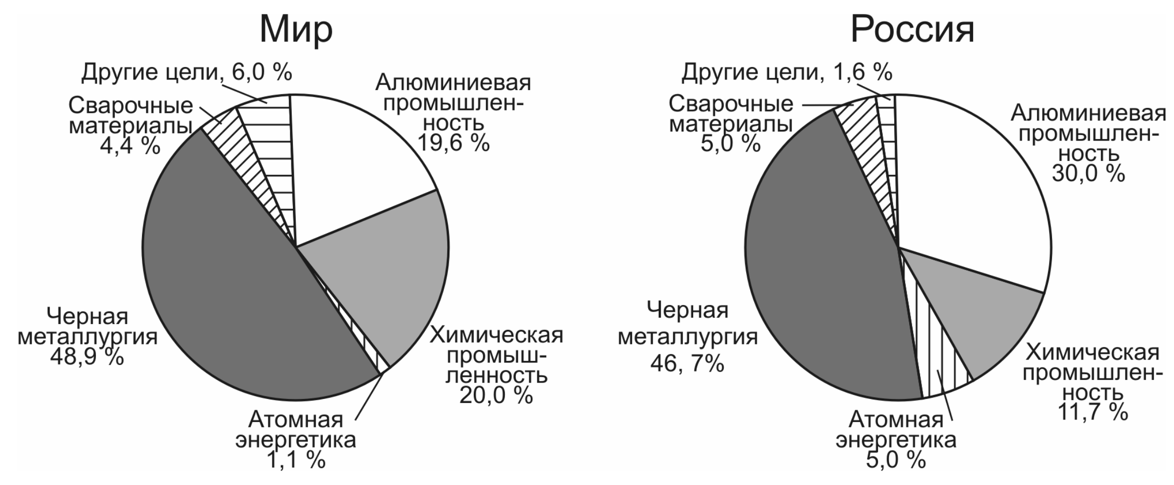


Рис. 1. *Структура потребления плавикового шпата по отраслям в 2002 г. – в целом по миру (4,5 млн т) и по России (300 тыс. т)*

определяют обязательную большую размерность кусков флюорита (доля кусков менее 50 мм – до 10 %). Получить необходимую чистоту сырья и достаточную кусковатость флюоритового материала – довольно трудная задача, и, поэтому, металлургические сорта плавикового шпата являются дефицитным сырьем. Большая же часть предлагаемого к реализации плавикошпатового концентрата мелкоразмерная. Для увеличения размерности кусков применяются окомкование и брикетирование плавиково-шпатовых концентратов, но это приводит к увеличению себестоимости товарного продукта.

На втором месте потребления плавикового шпата – синтез искусственного криолита и фтористого алюминия AlF_6, используемых в процессе электролиза металлического алюминия. Для производства криолита используются плавикошпатовые концентраты, содержащие свыше 85 % CaF_2 с концентрацией SiO_2 менее 2,0 %, $CaCO_3$ – менее 1,5 %, S – менее 0,2 %. Отработанный криолитовый расплав подвергается очистке и отправляется на вторичное использование. Подобное вторичное производство криолита осуществляется на Красноярском и Братском алюминиевых заводах.

Третье по значимости направление использования плавикового шпата – в химической промышленности для производства безводного фтористого водорода и плавиковой кислоты, используемых для получения более сложных химических соединений на основе фтора – фторпроизводных углеводородов, фреонов и фторопластов (применяемых для производства специальных пластмасс – политетрафторэтилена и др.) [5]. Мировое потребление плавиковой кислоты только в химической промышленности (без производства криолита) уже достигло уровня 650 тыс. т в год и продолжает расти. Структура потребления плавиковой кислоты по отраслям показана на рис. 1. Для производства HF используются наиболее качественные сорта плавикошпатовых концентратов, содержащих свыше 92 % CaF_2, а для изготовления безводного фтористого водорода – самые высококачественные концентраты – содержащие свыше 97 % CaF_2.



Рис. 2. *Структура мирового потребления плавиковой кислоты (650 тыс. т) по отраслям в 2002 г.*

Четвертое направление использования флюорита – в качестве компонента присадок сварочных электродов, повышающих прочность и качество сварочных швов. Для производства высококачественных сварочных материалов используется малоразмерный гравитационный и флотационный флюоритовые концентраты, но при этом предъявляются очень жесткие требования по содержанию вредных примесей (S и P – не более чем по 0,1 %). Природные разновидности флюоритовых руд с низким содержанием серы довольно редки и получение качественного электродного концентрата иногда просто невозможно.

Используется фтор и в других приложениях:

- в атомной промышленности – для получения тетрафторида урана (UF_4) – промежуточного продукта при обогащении и регенерации ядерного топлива;
- в стекольной промышленности – для снижения температур плавления и повышения оптической прозрачности;
- в керамике – для придания окраски эмалей и создания термостойких покрытий;
- в цементной промышленности – для снижения температуры обжига клинкерной смеси и повышения качества цемента;
- для пропитки древесины раствором NaF с целью предохранения деревянных изделий от гниения;
- для растворения и травления плавиковой кислотой металлов и стекла;
- для кислотной обработки стволов нефтяных скважин с целью повышения извлечения нефти.

Таблица. *Цены на фтористые продукты [1, 5–7, 9]*

Товарные продукты	Цены, $ США за т
Кислотные сорта плавикового шпата 92...97 % CaF_2	105...170
Кусковые металлургические сорта плавикового шпата 75...95 % CaF_2	85...190
Флюс для изготовления цемента из плавикового шпата 55 % CaF_2	55...65
Плавиковая кислота	385...645
Криолит	650...770
Фтористый алюминий	340...360
Фтористый натрий	165...220
Фторопласты	13,8...24,5
Сварочные электроды	5,0...22,5

Объем мирового потребления плавикового шпата составляет 4,5 млн т, причем на фоне небольшого роста (0,5...0,7 % в год) наблюдается тенденция сокращения востребованности фтористого сырья развитыми странами (–1,2...1,4 % в год) и рост его спроса в развивающихся странах (1,7...2,0 % в год) [1, 6, 7, 8, 9]. Лидером потребления является Китай, чья металлургия и химическая промышленность поглощает почти половину национальной добычи флюорита. На втором и третьем местах – США и Япония, полностью удовлетворяющие свои потребности по фтористому сырью за счет его экспорта. В этих странах наблюдается сокращение общего и удельного потребления фтора в результате реализации программ материалосбере-

жения. Например, расход флюорита при выплавке стали за десять последних лет снизился с 1,4 до 0,5 кг/т. Отказ по национальным экологическим требованиям от производства хладонов также приводит к снижению востребованности фтористого сырья в развитых странах. Структура мирового и российского потребления по отраслям показана на рис. 2, цены на продукты из фтора – в таблице.

В России потребление фтористого сырья (плавикового шпата) находится на уровне 270...300 тыс. т, но структура спроса по отраслям отличается от мировой, т.к. велика доля потребления в российской алюминиевой промышленности и значительно ниже объемы производства фторсодержащих материалов в химической промышленности.

Мировая добыча плавикового шпата составляет 4,5 млн т (2002 г.), причем 2,45 млн т флюорита производится в Китае. Здесь действует более 1000 небольших рудников и 120 обогатительных фабрик. Наиболее крупным предприятием является принадлежащий компании Yong Feng Fluospar (провинция Цзянси) обогатительный комплекс, мощность которого по выпуску флюоритового концентрата составляет 100 тыс. т в год.

Со значительным отставанием от Китая на втором месте находится Мексика (650 тыс. т в год) со своей самой крупной в мире компанией по производству флюорита Compania Minera Las Cuevas S.A. deC.V., производственные мощности которой на месторождении Лас-Куэст позволяют добывать в год до 1,2 млн т руды при максимальном выпуске обогатительной фабрики до 720 тыс. т плавикового шпата.

В число крупных производителей плавиковошпатовой продукции входят также ЮАР (240 тыс. т в год) и Монголия (200 тыс. т). Свыше 100 тыс. т флюорита добывается в России, Испании, Франции, Кении и Марокко.

Производство фтористых минеральных продуктов в России

Главным источником получения фтористых продуктов из минерального сырья в России является добыча плавикового шпата (до 190 тыс. т, что покрывает до 65 % потребления). Наблюдается серьезный дефицит кусковых металлургических сортов – их добывается всего лишь 10 тыс. т в год (5...6 % от потребления). Дефицит спроса перекрывается за счет импорта флюорита, главным образом – из Монголии и Китая.

Крупнейшим плавикошпатовым предприятием России является **ОАО Ярославский горно-обогатительный комбинат** (п. Ярославский, Хорольского района Приморского края), разрабатывающий Воскресенское и Пограничное месторождения флюорита (рис. 3). При годовой мощности по добыче флюоритовой руды в 1,15 млн т и обогатительной фабрики до 1,5 млн т его выпуск плавикошпатового флотационного концентрата составляет до 250 тыс. т в год. Ярославский ГОК мог бы закрыть все объемы российского потребления флюорита, однако качество реализуемых концентратов довольно низкое, металлургические сорта здесь не производятся, а на экономику компании сказывается давление конкурентов с более качественной продукцией. Поэтому компания планирует строительство линии брикетирования мелкоразмерного концентрата с целью получения более ликвидных металлургических сортов плавиково-шпатового продукта.

На втором месте по производственным мощностям – **ОАО Калангуйский плавикошпатовый комбинат** (ПШК) в пос. Калангуй Оловяннинского района Читинской области. Комбинат объединяет Калангуйский, Абагайтуйский и Солонечный рудники и одноименные обогатительные фабрики. Их сырьевой базой служит Жетковское, Оцолуйское, Абагайтуйское, Брикачанское и Солонечное месторождения (рис. 3, 4). Суммарные мощности Калангуйского ПШК составляют по добыче – до 195 тыс. т руды, по обогащению (включая импорт из Монголии) – до 275 тыс. т. Имеется линия окомкования мелкоразмерного концентрата для получения металлургических сортов плавикошпатового продукта. В результате перманентного экономического кризиса комбинат оказался банкротом, и в настоящее время находится под внешним управлением компании ООО ДаурШпат (г. Москва). Годовое производство плавикошпатовой продукции Калангуйского ПШК не превышает 20 тыс. т, что явно убыточно для столь крупного предприятия.

ОАО Плавикошпатовый рудник Усугли (с. Верх-Усугли Тунгокоченского района Читинской области), отделившийся в 1994 г. от Калангуйского ПШК, разрабатывает одноименное и Улунтуйское месторождения с мощностями по добыче руды соответственно 50 и 20 тыс. т в год. Как и Калангуйский ПШК, рудник Усугли оказался банкротом, добыча плавикового шпата остановлена, и осуществляется лишь переработка складских и отвальных продуктов с минимальным выходом товарной продукции (первые тыс. т в год).

ОАО Кижингинский рудник – дочернее предприятие Забайкальского ГОКа ведет эксплуатацию Эгитинского месторождения в Республике Бурятия с годовым объемом переработки руды до 100 тыс. т. Рудный концентрат Кижнигинского рудника, (содержащий 40...69 % CaF_2) вывозится на обогатительную фабрику Забайкальского ГОКа (пос. Первомайский Шилкинского района Читинской области), где из него вырабатывают концентраты, содержащие 92...95 % CaF_2.

ООО Старательская артель Кварц (Читинская область) со второй половины 1997 г. ведет в небольшом объеме работы на базе четырех участков Гарсонуйского месторождения. Это предприятие ориентировано на выпуск высококачественного кускового флюорита металлургических сортов, выпуск которых составляет до 8 тыс. т в год [1].

Компания **ОАО КяхтаПлавШпат** (пос. Хоронхой Кяхтинский район Республики Бурятия) с 1999 г. про-

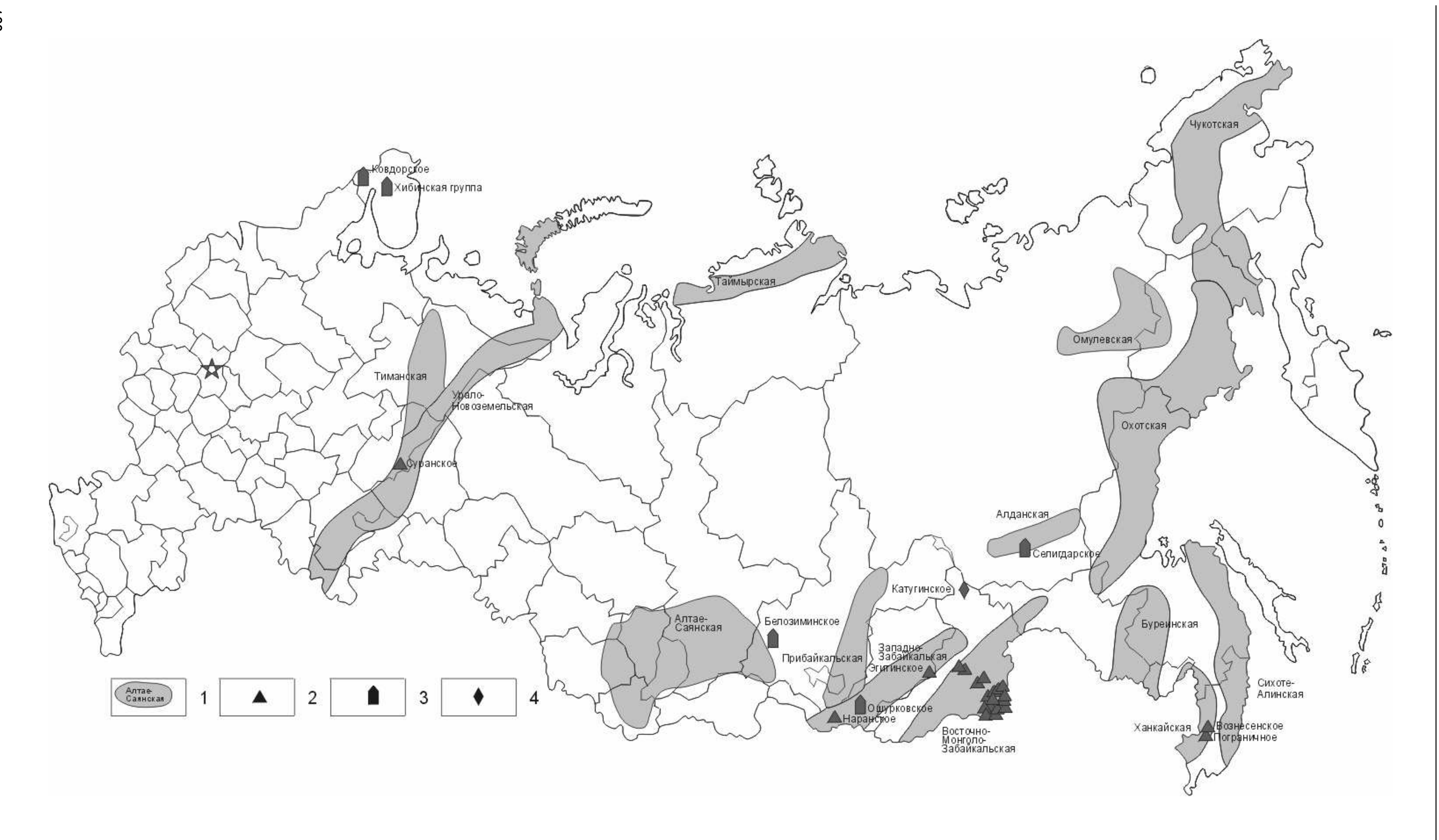


Рис. 3. *Схема размещения на территории России: 1) флюоритоносных провинций; 2–4) – месторождений: 2) плавикового шпата, 3) апатита, 4) криолита*

изводит эксплуатацию Наранского флюоритового месторождения с годовой мощностью 200 тыс. т руды.

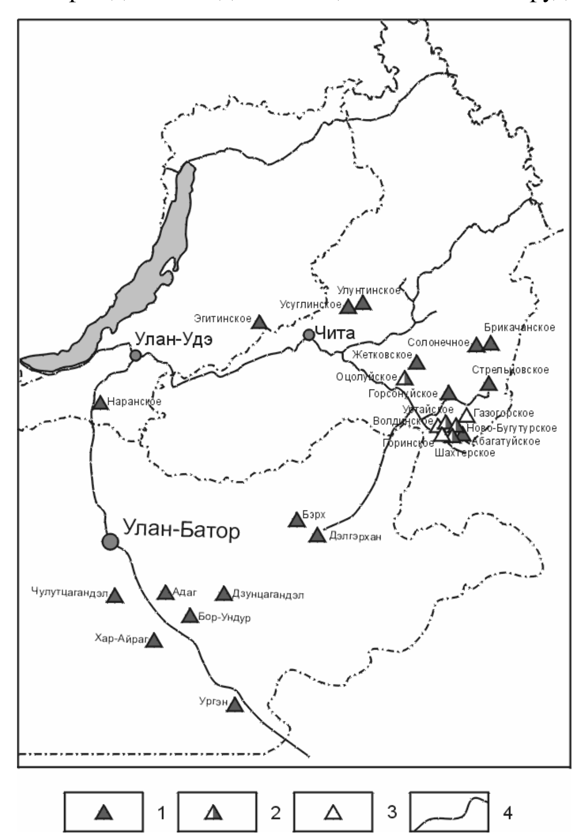


Рис. 4. *Схема размещения месторождений плавикового шпата в Республике Бурятия, Читинской области и в восточной части Республики Монголия — 1–3) месторождения флюорита: 1) разрабатываемые, 2) подготавливаемые к эксплуатации, 3) резервные; 4) железные дороги*

ОАО Горная компания Суран (г. Белорецк, Республика Башкортостан) с 1997 г. отрабатывает открытым способом одноименное флюоритовое месторождение с обогащением на Миндякской обогатительной (бывшей золотоизвлекательной) фабрике. При годовой добыче 70 тыс. т руды выпуск флотационного концентрата, содержащего 75...95 % CaF_2, составляет до 25 тыс. т [10].

Из подготавливаемых к эксплуатации месторождений следует отметить строительство компанией ООО Авалон горнодобывающих предприятий на Шахтерском и Ново-Бугутурском флюоритовых месторождениях в Читинской области, а в Республике Бурятия: компанией ОАО Геолог – на месторождении Дабхарское и компанией ООО РЭП Горняк – на Нефедовском месторождении [1].

На территории Монголии еще советско-монгольской геологической службой подготовлено к эксплуатации более 20 флюоритовых месторождений (см. рис. 4). Эксплуатацию месторождений Бор-Ундур, Бэрх, Хай-Айраг и Дзенцагандэл осуществляет российско-монгольское **совместное хозяйственное объединение Монголросцветмет** (50 % находится в государственной собственности России), суммарные мощности которой по добыче и обогащению составляют 1,0 млн т в год при выпуске до 300 тыс. т плавикового шпата (в том числе 150 тыс. т металлургических сортов). На основании российско-монгольского межправительственного соглашения 1991 г. продукция этого предприятия не облагается ввозной таможенной пошлиной (15 %) при поставках российским потребителям. Монголросцветмет поставляет в страны СНГ до 150 тыс. т плавикового шпата, преимущественно металлургических сортов [11].

Импорт дефицитных металлургических сортов осуществляется и из других стран – в основном из Китая. Даже из Ирана (добывающего в год всего 10 тыс. т флюорита) существует устойчивый транспортный поток до 1...2 тыс. т плавикового шпата в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коплус А.В. Минерально-сырьевая база мира и России: состояние, освоение и перспективы развития. Плавиковый шпат // Минеральное сырье. Серия геолого-экономическая. — 2000, № 5. — М.: ВИМС. — 86 с.
2. Коплус А.В., Коротаев В.В. Минеральное сырье. Флюорит // Справочник. — М.: Геоинформмарк, 1997. — 32 с.
3. Утверждена инвестиционная программа "Аммофоса" // http://rcc.ru/Rus/Fertilizers/ ?ID=21841.
4. Архангельская В.В., Кудрин В.С. Минеральное сырье. Криолит // Справочник. — М.: Геоинформмарк, 1998. — 26 с.
5. Мировой рынок плавиковой кислоты // http://marketsurveys.ru/index.nsf/okonh/articles.
6. Минеральные ресурсы мира на начало 2001 года. — Т. 2. — М.: Аэрогеология, 2002. — 476 с.
7. Мировой рынок плавикового шпата // БИКИ. — 21 сентября 2000 г.
8. Fluorspar. Mineral annual review 2001. — Pittsburgh, PA (USA): USGS, 2002. — P. 28.1–28.11.
9. Mineral commodity summaries 2003. — Pittsburgh, PA (USA): USGS, 2003. — 196 p.
10. Горная компания "Суран" нуждается в инвестициях // http://www.infomine.ru/rus/produc/
11. Об освобождении плавикошпатовой продукции, произведенной СО "Монголросцветмет", от ввозной таможенной пошлины // Государственный Таможенный Комитет. — Распоряжение № 678-р от 28.06.2001 г.